

APLIKASI SISTEM INFERENSI FUZZY METODE SUGENO DALAM MEMPERKIRAKAN PRODUKSI AIR MINERAL DALAM KEMASAN

Suwandi⁽¹⁾, Mohammad Isa Irawan⁽²⁾, dan Imam Mukhlash⁽²⁾

⁽¹⁾Mahasiswa Pascasarjana Matematika FMIPA ITS Surabaya

⁽²⁾Dosen Pascasarjana Jurusan Matematika FMIPA ITS Surabaya
suwandi_oke@yahoo.co.id

Abstrak

Persaingan pasar dalam dunia industri pada era globalisasi saat ini semakin kompetitif sehingga dibutuhkan kemampuan pengelola perusahaan yang profesional agar dapat memenangkan persaingan dalam pasar global. Pada bidang produksi kemampuan itu antara lain adalah kemampuan merencanakan atau menentukan jumlah produksi barang. Hal ini agar dapat memenuhi permintaan pasar dengan jumlah yang sesuai dengan memperhatikan persediaan barang, biaya yang tersedia dan kemampuan mesin produksi. Sehingga jumlah kebutuhan konsumen terhadap barang produksi terpenuhi dengan tepat. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan berapa jumlah produksi dengan mengaplikasikan sistem inferensi fuzzy metode Sugeno orde satu berdasarkan variabel jumlah permintaan, jumlah persediaan, kemampuan mesin produksi dan biaya produksi yang tersedia. Pengambilan data diperoleh dari Perusahaan Daerah Air Minum dengan produk air minum dalam kemasan, mulai bulan Januari 2011 sampai dengan Pebruari 2012. Tahapan pengolahan data meliputi proses fuzzifikasi, pembentukan aturan dasar dengan menggunakan metode inferensi model fuzzy Sugeno orde satu, mengaplikasikan komposisi aturan dan defuzzifikasi. Estimasi jumlah permintaan pada periode berikutnya dimaksudkan agar jumlah produksi dapat ditentukan lebih tepat. Metode estimasi menggunakan regresi kuadratik. Sedangkan untuk mengetahui tingkat akurasi hasil estimasi digunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

Kata kunci : Jumlah Produksi, Metode Sugeno, Orde Satu

PENDAHULUAN

Pada metode klasik, pengukuran terhadap jumlah produksi dilakukan secara numerik menggunakan dasar himpunan *crisp* dengan mempertimbangkan banyaknya permintaan, persediaan barang, kemampuan mesin dan persediaan biaya. Dalam realitasnya terdapat parameter-parameter pengukuran yang bersifat tidak jelas sehingga penggunaan pengukuran menggunakan dasar himpunan *crisp* tidak memberikan penyelesaian memuaskan karena kurang fleksibel. Logika fuzzy dapat digunakan sebagai solusi alternatif untuk mengatasi ketidakpastian dan perubahan-perubahan yang menyertai permasalahan jumlah produksi karena bersifat fleksibel (Lipsey, 1995).

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana aplikasi sistem inferensi fuzzy metode Sugeno dalam menentukan jumlah perkiraan produksi air mineral dalam kemasan berdasarkan faktor jumlah permintaan, jumlah persediaan barang, biaya produksi yang tersedia dan kemampuan mesin produksi. Penelitian ini bertujuan membuat sistem inferensi fuzzy metode sugeno orde satu yang dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah produksi dan membuat simulasi model FIS metode sugeno menggunakan matlab.

Langkah-langkah penelitian meliputi pengumpulan data, identifikasi data untuk menentukan variabel dan semesta pembicaraan yang diperlukan dalam melakukan perhitungan dan analisis masalah. Proses pengolahan data meliputi proses fuzifikasi, pembentukan aturan dasar, komposisi aturan, defuzzifikasi, pengujian.

Proses fuzifikasi dilakukan dengan membentuk himpunan fuzzy masing variabel sebagai input pada anteseden. Pembentukan aturan dasar dilakukan dengan membuat kombinasi beberapa variabel input dan menetapkan operasi antar himpunan yang sesuai dengan kondisi faktual perusahaan. Perancangan rule disesuaikan karakteristik data variabel diperusahaan. Komposisi

aturan diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan dengan menghitung $\sum_{r=1}^R \alpha_r z_r$ dengan R banyaknya rule, α_r fire strength ke-r, dan z_r output pada anteseden aturan ke-r. Proses defusifikasi dilakukan dengan metode defazifikasi *weighted average* untuk mendapatkan jumlah produksi barang dengan menggunakan bantuan *Matlab 7.8.0*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui bahwa sistem inferensi yang dibangun dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah produksi.

Konsep Dasar Himpunan Fuzzy

Jika X adalah sebuah koleksi obyek-obyek yang dinotasikan dengan x , maka himpunan fuzzy A dalam X adalah sebuah himpunan pasangan berurutan $A = \{x, \mu_A(x) | x \in X\}$. Notasi $\mu_A(x)$ disebut fungsi keanggotaan atau derajat keanggotaan x dalam A yang memetakan X ke ruang keanggotaan M yang terletak pada rentang $[0, 1]$, bila M hanya memuat dua titik 0 dan 1, maka A adalah bukan fuzzy dan $\mu_A(x)$ serupa dengan karakteristik fungsi himpunan non fuzzy. (Zimmermann, 2000)

Representasi Fungsi Linier

Fungsi linier memetakan input ke derajat keanggotaannya yang digambarkan dalam bentuk garis linier naik dan turun .

Fungsi keanggotaan representasi linear naik adalah :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan representasi linear turun adalah :

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{(b-x)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaan yang merepresentasikan kurva segitiga adalah :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \end{cases}$$

Representasi Kurva Trapesium

Fungsi keanggotaan yang merepresentasikan kurva trapesium adalah :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)}; & x \geq d \end{cases}$$

Representasi Kurva Bahu

Kurva bahu terdiri dari bahu kanan dan bahu kiri. Kurva bahu kiri merepresentasikan kondisi konstan dari kiri dengan nilai keanggotaan 1 kemudian turun dengan nilai keanggotaan menuju ke 0. Sedangkan kurva bahu kanan merepresentasikan keadaan yang linier naik menuju nilai keanggotaan 1 secara konstan kekanan.

Fungsi keanggotaan yang merepresentasikan kurva bahu kiri :

$$\mu(x) = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{(b-x)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

Fungsi keanggotaan yang merepresentasikan kurva bahu kanan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq b \\ \frac{(x-b)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \\ 1; & x \geq c \end{cases}$$

Representasi Kurva-S

Kurva-S atau *sigmoid* berhubungan dengan kenaikan dan penurunan permukaan secara tak linear. Kurva-S yang menunjuk pertumbuhan adalah kurva S-MF (Cox, 1994). Fungsi keanggotaan S-MF adalah :

$$S(x; \alpha, \gamma) = \begin{cases} 0; & x \leq \alpha \\ 2 \left(\frac{x-\alpha}{\gamma-\alpha} \right)^2; & \alpha \leq x \leq \frac{\alpha+\gamma}{2} \\ 1 - 2 \left(\frac{\gamma-x}{\gamma-\alpha} \right)^2; & \frac{\alpha+\gamma}{2} \leq x \leq \gamma \\ 1; & x \geq \gamma \end{cases}$$

Adapun kurva penyusutan merupakan kurva-S yang berhubungan dengan penurunan adalah kurva Z-MF dengan fungsi keanggotaan :

$$Z(x; \alpha, \gamma) = \begin{cases} 1; & x \leq \alpha \\ 1 - 2 \left(\frac{x-\alpha}{\gamma-\alpha} \right)^2; & \alpha \leq x \leq \frac{\alpha+\gamma}{2} \\ 2 \left(\frac{x-\gamma}{\gamma-\alpha} \right)^2; & \frac{\alpha+\gamma}{2} \leq x \leq \gamma \\ 0; & x \geq \gamma \end{cases}$$

Kurva PI

Kurva PI merupakan gabungan fungsi bentuk – S dan kurva bentuk Z . Fungsi keanggotaan kurva PI adalah :

$$\pi(x; \alpha, \gamma) = \begin{cases} S(x; \gamma-\alpha, \gamma), & \text{untuk } x \leq \gamma \\ Z(x; \gamma, \gamma+\alpha), & \text{untuk } x \geq \gamma \end{cases}$$

Dimana γ adalah pusat kurva, dan α adalah lebar kurva.

Sistem Inferensi Fuzzy Metode Sugeno

Metode sistem inferensi fuzzy sugeno disebut juga metode sistem inferensi fuzzy TSK yang diperkenalkan oleh Takagi, Sugeno dan Kang. Output dari sistem inferensi fuzzy diperlukan 4 tahap :

1. Tahap fuzzifikasi
Fuzzifikasi merupakan proses mentransformasikan data pengamatan kedalam bentuk himpunan fuzzy (Jang, 1997).
2. Pembentukan aturan dasar data fuzzy
Aturan dasar fuzzy mendefinisikan hubungan antara fungsi keanggotaan dan bentuk fungsi keanggotaan hasil. Pada metode segeno output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy tetapi berupa konstanta atau persamaan linier. Menurut Cox (1994) metode TSK terdiri dari dua jenis, yaitu :
 - a. Model fuzzy sugeno orde nol
Secara umum bentuk fuzzy sugeno orde nol adalah :

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ (x_3 \text{ is } A_3) \circ \dots (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = k$$
 Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke -i sebagai anteseden dan k adalah konstanta tegas sebagai konsekuen.
 - b. Model fuzzy sugeno orde satu
Secara umum bentuk fuzzy sugeno orde satu adalah :

$$\text{IF } (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots (x_N \text{ is } A_N) \text{ THEN } z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q$$
 Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden, p_i konstanta tegas ke-i dan q konstanta pada konsekuen.
3. Komposisi aturan
Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari kumpulan dan korelasi antar aturan yaitu menghitung hasil dari $\sum_{r=1}^R \alpha_r z_r$ dengan R banyaknya rule, α_r fire strength ke-r, dan z_r output pada anteseden aturan ke-r
4. Penegasan (*defuzzifikasi*)
Pada proses ini output berupa bilangan crisp. Defuzzifikasi dilakukan dengan cara mencari nilai rata-ratanya yaitu
$$z = \frac{\sum_{r=1}^R \alpha_r z_r}{\sum_{r=1}^R \alpha_r} \quad (\text{Kusumadewi, 2010})$$

Model Regresi Kuadrat

Pola data yang bergerak membentuk pola kuadratik dapat didekati dengan analisis regresi model regresi kuadratik yang persamaannya adalah :

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_1^2$$

Nilai b_0 , b_1 dan b_2 diperoleh dari metode *least square* yang menyebabkan nilai error hasil prediksi paling kecil

Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan ukuran kesalahan relatif yang dirumuskan dengan :

$$MAPE = \left(\frac{100}{n} \right) \sum \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \quad (\text{Nasution, 2006})$$

PEMBAHASAN

Pengumpulan dan Pengolahan Data

Data permintaan, perkiraan permintaan, persediaan barang, dan jumlah produksi terdapat dalam tabel 1

Tabel 1 Data Permintaan, Perkiraan permintaan, Persediaan Barang, Jumlah produksi Air Minum Kemasan Gelas

Periode	Permintaan (Kardus)	Perkiraan Permintaan (Kardus)	Persediaan Barang (Kardus)	Jumlah Produksi (Kardus)
1	149	180	112	106
2	83	120	68	116
3	63	100	72	100
4	135	75	98	162
5	93	160	104	104
6	164	110	106	204
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
45	275	315	154	272
46	260	320	142	229
47	314	310	162	223

Perusahaan dalam menentukan jumlah produksi pada periode ke-n didasarkan pada perkiraan permintaan pada periode ke-n+1. Perkiraan data permintaan perusahaan didasarkan pada tren data penjualan sebelumnya, catatan pesanan dan event-event tertentu yang diperkirakan membutuhkan produk air dalam kemasan plastik. Banyak barang persediaan digudang dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jumlah penjualan, jumlah produksi, banyak kerusakan, banyak penarikan barang yang belum terjual.

Data Biaya Produksi

Biaya yang disediakan dalam sekali produksi berkisar Rp. 1.700.000,00 sampai dengan Rp.2.200.000,00 dengan asumsi bahwa biaya tersebut digunakan untuk memproduksi 250 kardus sampai dengan 320 kardus. Demi efisiensi biaya maka perusahaan menetapkan bahwa dalam sekali produksi minimal sebanyak 100 kardus. Rata-rata biaya produksi tiap kardus Rp 6.800,00, harga jual Rp. 10.000,00. Dalam kenyataannya untuk sejumlah persediaan biaya yang sama dapat dihasilkan banyak barang berbeda atau tidak sesuai dengan yang diperkirakan. Hal tersebut disebabkan adanya produk gagal, perubahan harga kemasan gelas, dan pengeluaran lain-lain.

Data kemampuan mesin produksi

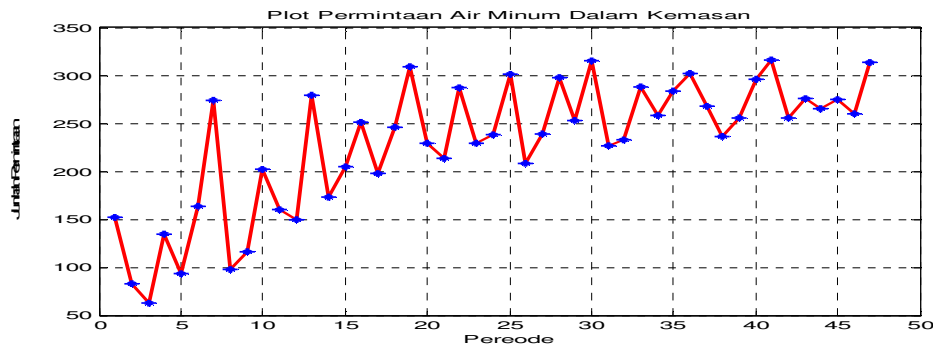
Mesin type produksi air dalam kemasan gelas mempunyai kemampuan beroperasi maksimal 8 jam, rata-rata produk menghasilkan 320 kardus. Sedangkan rata-rata produksi selama 7.5 jam dihasilkan 310 kardus. Penurunan rata-rata jumlah produksi selang waktu 7.5 sampai 8 jam disebabkan penurunan performansi mesin dan mulai meningkatnya produk gagal.

Untuk perawatan, mesin dihentikan beroperasi maksimum antara 7.5 jam sampai dengan 8 jam. Penyetelan lama produksi pada selang waktu 7,5 sampai dengan 8 jam dilakukan saat jumlah permintaan tinggi, persediaan sedikit dan ketersediaan biaya tinggi. Sedangkan selang produksi dibawah 7.5 jam dihentikan pada saat jumlah produksi barang terpenuhi. Dengan kata lain jumlah produksi barang tidak tergantung pada variabel kemampuan mesin. Perusahaan menetapkan ketentuan bahwa dalam sekali produksi minimal 100 kardus dengan pertimbangan efisiensi mesin.

Berdasarkan data diatas, sistem inferensi dibuat dengan memperhatikan beberapa batasan yaitu setiap produksi minimal 100 kardus, Jumlah produksi tercukupi oleh biaya yang tersedia yaitu Rp. 1.700.000,00 sampai dengan Rp. 2.500.000,00. Maksimum lama produksi antara 7.5 jam sampai 8 jam atau maksimum jumlah produksi 320 kardus.

Estimasi Jumlah Permintaan

Untuk meningkatkan tingkat akurasi yang lebih tinggi dalam memperkirakan jumlah permintaan periode berikutnya berdasarkan tren pola data permintaan aktual sebelumnya, dilakukan dengan metode regresi. *Software* yang digunakan sebagai alat bantu estimasi adalah matlab 2009a. Hasil plotting data permintaan tabel 1 terdapat dalam gambar 1



Gambar 1: Grafik Permintaan Air Kemasan dalam Gelas Merk Hazora Bulan Januari dan Pebruari 2011

Menghitung ekspektasi kesalahan

Analisa kesalahan hasil estimasi dengan metode regresi jumlah permintaan terdapat pada tabel 2.

Tabel 2 : Tabel Perbandingan MAPE Estimasi Permintaan

Metode Regresi	MAPE
Linier	19.5702
Kuadratik	17.0692
Polinomial	17.0706

Dengan demikian metode estimasi yang cocok untuk estimasi jumlah permintaan adalah regresi kuadratik.

Himpunan Semesta Pembicaraan dan Himpunan Fuzzy Variabel Input

Berdasarkan data pada tabel 1 dan uraian data kemampuan mesin, data persediaan biaya dapat ditentukan himpunan semesta pembicaraan dan domain masing-masing himpunan fuzzy seperti pada tabel 2 dan 3

Tabel 2 Penentuan Semesta pembicaraan

Nama Variabel	Semesta Pembicaraan	Keterangan
Permintaan	[75 – 320]	Jumlah estimasi permintaan versi perusahaan tiap kali produksi (kartus)
Persediaan Barang	[32-200]	Jumlah persediaan tiap hari (kartus)
Persediaan Biaya	[1.700-2.500]	Jumlah biaya yang tersedia tiap hari dikalikan Rp.1000,00
Kemampuan Mesin Produksi	[0 - 8]	Rentang lama produksi (jam)

Tabel 4.3 Penentuan Domain Himpunan Fuzzy

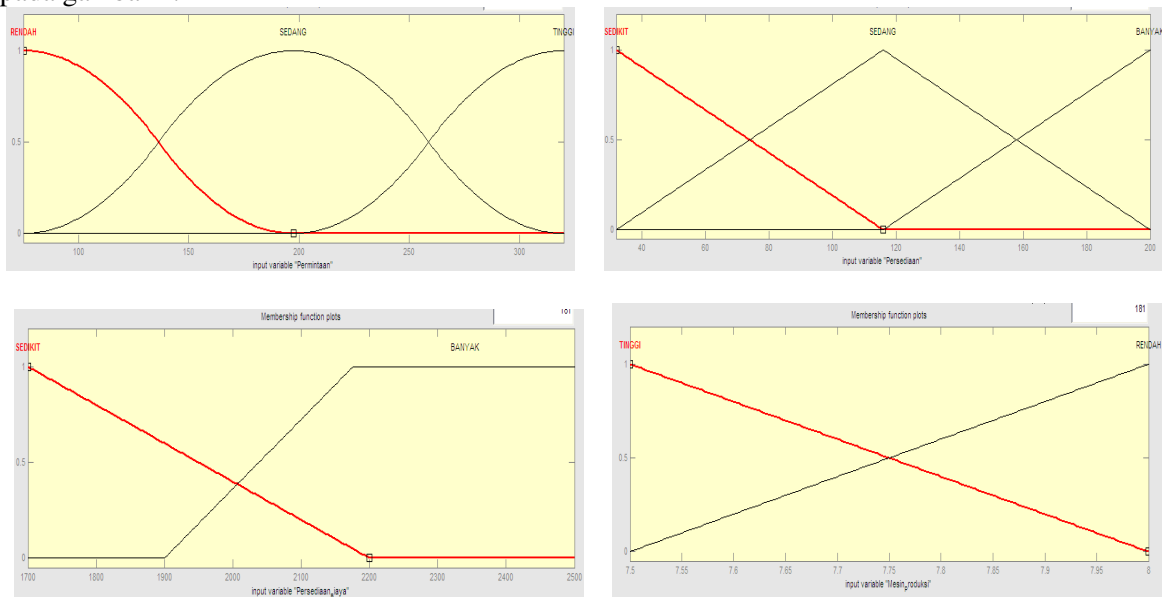
Nama Variabel	Nama Himpunan Fuzzy	Domain
Permintaan	RENDAH	[75-200]
	SEDANG	[75-320]
	BANYAK	[200-320]
Persediaan Barang	SEDIKIT	[32-116]
	SEDANG	[32-200]
	TINGGI	[120-200]
Persediaan Biaya	SEDIKIT	[1700-2200]
	BANYAK	[1900-2500]
Kemampuan Mesin Produksi	TINGGI	[7.5 – 8]
	RENDAH	[7.5 – 8]

Fungsi Keanggotaan Himpunan pada Variabel Input

Karena type data permintaan menunjukkan tren pertumbuhan maka fungsi keanggotaan variabel permintaan digunakan pendekatan fungsi pertumbuhan dan penyusutan. Fungsi keanggotaan himpunan permintaan RENDAH digunakan kurva S-MF, himpunan SEDANG digunakan kurva PI-MF, dan himpunan BANYAK digunakan kurva S-MF.

Fungsi keanggotaan variabel persediaan barang pada himpunan persediaan SEDIKIT digunakan fungsi linier turun, himpunan SEDANG menggunakan kurva segitiga, dan BANYAK menggunakan fungsi linier naik. Fungsi keanggotaan variabel persediaan biaya pada himpunan persediaan SEDIKIT digunakan fungsi linier turun, dan himpunan BANYAK menggunakan kurva bahu kanan.

Fungsi keanggotaan variabel kemampuan mesin untuk himpunan kemampuan TINGGI digunakan fungsi linier turun, dan untuk himpunan RENDAH menggunakan fungsi linier naik. Kondisi ini dikenakan pada saat permintaan banyak, persediaan sedikit sementara persediaan biaya banyak atau sedikit. Fungsi keanggotaan masing-masing himpunan pada variabel input terdapat pada gambar 2.



Gambar 2 ; Fungsi Keanggotaan Himpunan Fuzzy pada Variabel Input

Pembentukan Rule

Rule IF-THEN dibuat dengan mengkombinasikan beberapa kejadian pada bagian anteseden. Penentuan koefisien dan konstanta persamaan linier pada bagian konsekuen ditentukan sedemikian sehingga dapat menghasilkan jumlah produksi yang sesuai dengan keadaan persahaan.

Operasi antar himpunan fuzzy pada variabel input menggunakan operator "And". Nilai α – *predikat* pada setiap aturan diperoleh setelah memasukkan input dari masing-masing variabel pada bagian anteseden. Nilai jumlah produksi ke-i (z_i) pada output aturan ke-i sesuai dengan persamaan linier yang terdapat pada konsekuen pada masing-masing rule. Hasil pembentukan rule sebagai berikut :

- [R1] IF permintaan RENDAH And persediaan SEDIKIT And biaya SEDIKIT
THEN jumlah produksi = permintaan – persediaan + 100
- [R2] IF permintaan RENDAH And persediaan SEDIKIT And biaya BANYAK
THEN jumlah produksi = permintaan – persediaan + 100
- [R3] IF permintaan RENDAH And persediaan SEDANG And biaya SEDIKIT
THEN jumlah produksi = 100
- [R4] IF permintaan RENDAH And persediaan SEDANG And biaya BANYAK
THEN jumlah produksi = 100
- [R5] IF permintaan RENDAH And persediaan BANYAK And biaya SEDIKIT
THEN jumlah produksi = 100

- [R6] IF permintaan RENDAH And persediaan BANYAK And biaya BANYAK
THEN jumlah produksi = 100
- [R7] IF permintaan RENDAH And persediaan SEDIKIT And biaya SEDIKIT
THEN jumlah produksi = permintaan
- [R8] IF permintaan RENDAH And persediaan SEDIKIT And biaya BANYAK
THEN jumlah produksi = 1.2 permintaan
- [R9] IF permintaan RENDAH And persediaan SEDANG And biaya SEDIKIT
THEN jumlah produksi = permintaan – persediaan + 125
- [R10] IF permintaan RENDAH And persediaan SEDANG And biaya BANYAK
THEN jumlah produksi = permintaan – persediaan + 125
- [R11] IF permintaan RENDAH And persediaan BANYAK And biaya SEDIKIT
THEN jumlah produksi = 100
- [R12] IF permintaan RENDAH And persediaan BANYAK And biaya BANYAK
THEN jumlah produksi = 100
- [R13] IF permintaan RENDAH And persediaan SEDIKIT And biaya SEDIKIT
THEN jumlah produksi = 250
- [R14] IF permintaan RENDAH And persediaan SEDIKIT And biaya BANYAK
And kemampuan mesin TINGGI THEN jumlah produksi = 310
- [R15] IF permintaan RENDAH And persediaan SEDIKIT And biaya BANYAK
And kemampuan mesin RENDAH THEN jumlah produksi = 320
- [R16] IF permintaan RENDAH And persediaan SEDANG And biaya SEDIKIT
THEN jumlah produksi = 0.147 biaya
- [R17] IF permintaan RENDAH And persediaan SEDANG And biaya BANYAK
THEN jumlah produksi = 0.147 biaya
- [R18] IF permintaan RENDAH And persediaan BANYAK And biaya SEDIKIT
THEN jumlah produksi = permintaan – persediaan + 100
- [R19] IF permintaan RENDAH And persediaan BANYAK And biaya BANYAK
THEN jumlah produksi = permintaan – persediaan + 100

Defuzifikasi

Untuk mendapatkan nilai *crisp* jumlah produksi dilakukan melalui proses defuzifikasi. Proses defuzifikasi dengan metode *mean weighted average* dilakukan dengan bantuan matlab 7.8. Sebagai contoh, untuk menguji jumlah produksi periode ke-2, data input yang diperlukan adalah jumlah perkiraan permintaan periode ke-3 yaitu 100, persediaan barang periode ke-2 yaitu 68, persediaan biaya produksi diasumsikan terdapat biaya minimum periode ke-2 yaitu Rp. 1.700.000,00, dan lama produksi diperkirakan kurang dari 7.2 jam sehingga hasil defuzifikasi menurut metode Sugeno diperoleh jumlah produksi 119 kardus dengan *error* 2.6 %.

Untuk menentukan jumlah produksi dalam upaya penyiapan penjualan pada periode ke-48 maka jumlah permintaan periode ke-48 diperkirakan dengan menggunakan regresi kuadratik dengan asumsi catatan pesanan permintaan periode 48 tidak ada dan kejadian lain yang mempengaruhi jumlah permintaan periode 48 tidak terprediksi. Hasil prediksi jumlah permintaan periode ke-48 adalah 267.3654, persediaan barang periode ke-47 adalah 162, persediaan biaya Rp. 2.100.000, kemampuan mesin 8 jam sehingga dihasilkan jumlah produksi 213 kardus.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa :

- a. Sistem Inferensi fuzzy dengan metode Sugeno orde satu yang telah dibangun dapat memperkirakan jumlah produksi harian air minum dalam kemasan.
- b. Perkiraan jumlah permintaan pada periode berikutnya sebagai acuan penentuan perkiraan jumlah produksi dapat dilakukan dengan metode regresi kuadratik.

SARAN

Dalam upaya meningkatkan ketepatan dalam menentukan perkiraan produksi barang disarankan mengkaji lebih lanjut tentang parameter-parameter yang berpengaruh terhadap jumlah permintaan yang akan dijadikan acuan penentuan jumlah produksi periode berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Cox, Earl. (1994), *The Fuzzy Systems Handbook Handbook* Prscitioner's Guide to Building, Using, and Maintaining : Academic Press,
- Jang, J.S.R, Sun, C.T, Mitzutani, E (1997) *Neuro Fuzzy and Computing* , Prentice Hall International, Inc, Upper Saddle River, New Jersey.
- Kusumadewi, S dan Purnomo, Hari. (2010), *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Lipsey. (1995). *Pengantar Ekonomi Mikro*. Alih Bahasa A Jaka Wasana dan Kirbrandoko, Jakarta, Bina Aksara.
- Nasution, Arman Hakim. (2006), *Manajemen Industri*, Andi, Yogyakarta
- Zimmermann, H.J. (2000), *Fuzzy Set Theory and Its Applications*, Kluwer Academic Publishers, London.

